

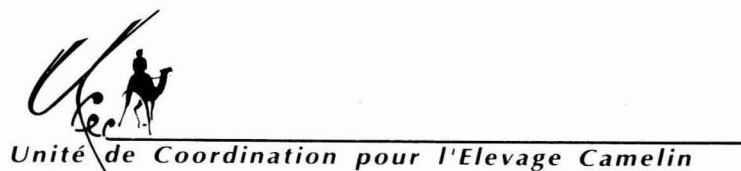


# FORMATION ET APPUI À LA GESTION ET AU TRAITEMENT DES DONNÉES DE SUIVI DE PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES ET SANITAIRES

*Mission au Projet Camelin de Zinder  
du 25 avril au 10 mai 1995*

par

Renaud LANCELOT



*Unité de Coordination pour l'Élevage Camelin*

Juin 1995



CIRAD-EMVT  
Département d'élevage  
et de médecine vétérinaire  
du CIRAD  
10, rue Pierre Curie  
94704 — Maisons-Alfort Cedex - FRANCE

République du Niger  
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ÉLEVAGE  
—  
Direction de l'Élevage

**FORMATION ET APPUI À LA GESTION  
ET AU TRAITEMENT DES DONNÉES DE SUIVI  
DE PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES ET SANITAIRES**

*Mission au Projet Camelin de Zinder  
du 25 avril au 10 mai 1995*

par

**Renaud LANCELOT**

**Juin 1995**



CIRAD-EMVT  
Département d'élevage  
et de médecine vétérinaire  
du CIRAD  
10, rue Pierre Curie  
94704 — Maisons-Alfort Cedex - FRANCE

**AUTEUR :**

Renaud Lancelot

**ORGANISME AUTEUR :**

CIRAD-EMVT

**ACCES AU DOCUMENT :**

Service de Documentation du CIRAD-EMVT

**ACCES A LA REFERENCE DU DOCUMENT :**

Libre

**ETUDE FINANCEE PAR :**

CIRAD-EMVT

**REFERENCE :**

Ordre de mission n°137 JVD/JN/NB

**AU PROFIT DE :**

Projet Camélin de Zinder (Niger)

**TITRE :**

Mission au Projet Camélin de Zinder. Formation et appui à la gestion et au traitement des données de suivi de performances zootechniques et sanitaires. République du Niger, 25 avril - 10 mai 1995.

**TYPE D'APPROCHE :**

systèmes d'élevage

**DATE ET LIEU DE PUBLICATION :**

juin 1995, Montpellier

**PAYS CONCERNE :**

Niger

**MOTS-CLES :**

dromadaire, système d'élevage, suivi zootechnique et sanitaire, base de données, indicateur, informatique, statistique, Niger

**RESUME :**

Depuis 3 ans, le Projet Camélin de Zinder mène une étude des systèmes d'élevage camélins traditionnels dans le Département de Zinder (Niger). Cette étude est fondée sur un suivi de performances individuelles zootechniques et sanitaires, qui sont saisies et stockées dans une base de données. Au cours de la mission, l'équipe du Projet a été formée aux principes et techniques de gestion de base de données et de traitement statistique. Quelques indicateurs zootechniques ont été définis et des programmes informatiques ont été écrits permettant de les calculer régulièrement. Un traitement préliminaire des données a été effectué. Il devra être repris et poursuivi par des études spécifiques quand la base de données sera complète. Des conseils ont été donnés pour modifier le protocole de relevé des mensurations corporelles et pour établir un protocole d'enquête de typologie.

## SOMMAIRE

RÉSUMÉ .....	1
DÉROULEMENT DE LA MISSION .....	2
PERSONNALITÉS RENCONTRÉES .....	2
COMPTE-RENDU DE MISSION .....	3
1. Cadre .....	3
2. Objectifs .....	3
3. Appui méthodologique .....	4
3.1. Aspects informatiques .....	4
3.1.1. Matériel .....	4
3.1.2. Utilisation du logiciel PIKBEU .....	4
3.1.3. Programmes et fichiers complémentaires à PIKBEU ...	5
3.2. Etat de la base de données .....	7
3.2.1. Organisation des archives papier .....	7
3.2.2. Contrôles de cohérence et corrections .....	7
3.2.3. Début et fin de suivi .....	8
3.3. Traitement des données .....	9
3.3.1. Référentiel .....	9
3.3.2. Etudes spécifiques .....	11
4. Résultats préliminaires .....	12
4.1. Indicateurs .....	12
4.1.1. Structure de la population .....	12
4.1.2. Paramètres d'évolution .....	13
Précocité .....	13
Intervalles entre mises-bas .....	13
Autres paramètres de reproduction .....	14
Croissance des jeunes .....	14
Exploitation .....	15
Mortalité .....	15
4.2. Etudes spécifiques .....	16
5. Conséquences pour la suite du Projet Camélin .....	18
5.1. Typologie .....	18
5.2. Révision des protocoles en cours et nouveaux thèmes .....	19
6. Conclusions .....	20
REMERCIEMENTS .....	21
ANNEXE : DESCRIPTION DES PROGRAMMES .....	22
I. Configurations matérielle et logicielle nécessaires .....	22
1. Matériel .....	22
2. Répertoires .....	22
3. Configuration .....	23
II. Description des programmes .....	24
1. Menu .....	24
2. Saisie d'informations complémentaires à PIKBEU .....	25



2.1. Saisie du nom des chamelles . . . . .	25
2.2. Saisie et édition de résultats d'analyses de laboratoire . .	26
3. Calcul d'indicateurs zootechniques . . . . .	29
3.1. Calcul de pyramide des âges . . . . .	29
3.2. Calcul de la précocité . . . . .	30
3.3. Calcul des fréquences mensuelles des mises-bas . . . . .	31
3.4. Calcul des intervalles entre mises-bas . . . . .	34
3.5. Calcul des poids à âge-type mensuels de la naissance à 12 mois . . . . .	36
3.6. Calcul des taux de mortalité et d'exploitation . . . . .	40
4. Edition de listes . . . . .	43
4.1. Edition des fiches de composition de troupeaux . . . . .	43
4.2. Edition des fiches d'état d'animaux à peser . . . . .	43
BIBLIOGRAPHIE . . . . .	44

## **RÉSUMÉ**

Dans le cadre de l'étude des systèmes d'élevage camélins du Département de Zinder (Niger), un suivi zootechnique et sanitaire est effectué depuis 3 ans par le Projet Camélin de Zinder dans une vingtaine d'élevages traditionnels de cette région, sur financement du ministère de la Coopération française.

A la demande du Projet Camélin, une mission d'appui du CIRAD-EMVT a été effectuée à Zinder du 25 avril au 10 mai 1995. Les objectifs étaient de (i) former l'équipe du projet aux techniques de gestion de la base de données et (ii) de dépouillement des données, (iii) fournir un rapport préliminaire avec les principaux résultats zootechniques disponibles, (iv) proposer un recentrage des actions de recherche, (v) faire des recommandations pour une enquête de typologie des élevages camélins.

Le travail est organisé autour du logiciel de suivi de troupeau PIKBEU, conçu et réalisé par le CIRAD-EMVT. Des démonstrations ont permis de former les chercheurs aux différentes fonctions de ce logiciel. La base de données constituée par le Projet est en excellent état, mais demande à être complétée par des informations sanitaires et pastorales. D'autre part, le recul est insuffisant pour estimer correctement la plupart des paramètres zootechniques. L'effort a donc surtout porté sur la formation aux techniques de gestion des bases de données, et sur l'écriture de programmes facilement utilisables et transposables dans d'autres situations. Ces programmes ont été remis au Chef du Projet, et sont décrits dans l'annexe de ce rapport. Ce sont des compléments aux fonctions de PIKBEU. Ils permettent d'estimer les pyramides des âges, la précocité, la fréquence mensuelle des mises-bas, les intervalles entre mises-bas, les poids à âge-type mensuels de la naissance à 12 mois, les taux de mortalité et d'exploitation avec classes d'âge et périodes d'études paramétrables. Des fichiers de sortie sont fournis, permettant de réaliser facilement des graphiques ou de réaliser des analyses statistiques plus détaillées.

Les résultats préliminaires doivent être interprétés par les chercheurs du Projet, après la réalisation d'une enquête de typologie. Celle-ci doit être réalisée en fin de saison pluvieuse et en un temps très court. Elle doit permettre de caractériser les stratégies pastorales des éleveurs, et aboutir à une meilleure connaissance de la représentativité des élevages en suivi.

Une des études spécifiques à mener en priorité est celle de la mortalité des chamelons avant le sevrage. Quelques propositions sont faites en ce sens, qui demandent à être discutées et certainement modifiées.

Des recommandations sont indiquées pour alléger le protocole de suivi des mensurations et, en conclusion, l'importance des aspects informatique et statistique est soulignée.

## **DÉROULEMENT DE LA MISSION**

25/04/95	Arrivée à Niamey et accueil par le Dr P. Steinmetz.
26/04/95	Réunion à la Direction de l'Elevage avec les Drs I. Tahirou, Directeur de l'Elevage, F. Legoupil, conseiller du Directeur de l'Elevage et P. Steinmetz, chef du Projet Camélin de Zinder. Présentation de la mission, définition des objectifs.  Visite au LABOCEL, rencontre avec les Dr A. Garba, Directeur et R. Tibayrenc, conseiller.
27/04/95	Voyage Niamey - Zinder
28/04/95 au 07/05/95	Travail dans les bureaux du Projet Camélin de Zinder
08/05/95	Voyage Zinder - Niamey
09/05/95	Réunion de synthèse à la Mission française de Coopération et d'Action culturelle, avec M. P. Bacheré, conseiller pour le Développement rural, F. Legoupil et P. Steinmetz. Réunion de restitution avec le Directeur de l'Elevage, son Conseiller et le Chef du Projet Camélin.
10/05/95 :	Travail à Niamey et fin de mission au Niger.

## **PERSONNALITÉS RENCONTRÉES**

Pierre Bacheré	Conseiller pour le Développement Rural à la Mission française de Coopération et d'Action culturelle
Issoufou Boulkassine	Directeur départemental de l'Elevage, Zinder
Adamou Garba	Directeur du LABOCEL
François Legoupil	Conseiller du Directeur de l'Elevage
Mahamadou Saley	Homologue national du Chef du Projet Camélin
Philippe Steinmetz	Chef du Projet Camélin de Zinder
Ide Tahirou	Directeur de l'Elevage
Robert Tibayrenc	Conseiller du Directeur du LABOCEL



## COMPTE-RENDU DE MISSION

### 1. Cadre

Le Projet Camélin de Zinder a mis en place un suivi de performances individuelles zootechniques et sanitaires depuis avril 1992 dans une trentaine d'élevages camélins pastoraux du Département de Zinder. Les informations issues de ce suivi sont saisies et stockées dans un logiciel de suivi de troupeaux, appelé PIKBEU, mis au point par le service informatique du CIRAD-EMVT [1].

Le Projet a sollicité l'appui du CIRAD-EMVT pour exploiter les données disponibles au bout de 3 années d'activités de terrain, selon les recommandations de la mission d'évaluation du Projet Camélin de Zinder effectuée en février 1995 par B. Faye et P. Paris [2]. Ces auteurs soulignaient la nécessité de *valoriser et capitaliser les actions relevant du registre "recherche-développement ...[en]...privilégiant le traitement des données existantes, puis leur restitution avec l'objectif principal de servir de base à une formation appropriée des cadres de l'élevage et des auxiliaires paravétérinaires."*

### 2. Objectifs

Dans le cadre établi ci-dessus, les objectifs ont été définis à Niamey en début de mission lors d'une réunion avec le Directeur de l'Elevage, son Conseiller et le Chef du Projet Camélin :

- ① Formation aux techniques de gestion et d'exploitation de la base de données déjà constituée.
- ② Formation aux techniques de dépouillement des données.
- ③ Présentation d'un rapport préliminaire avec les principaux résultats zootechniques disponibles.
- ④ Propositions pour le recentrage des actions de recherche pour la deuxième phase du Projet.
- ⑤ Etablissement de recommandations pour la réalisation d'une enquête de typologie des élevages camélins du Département de Zinder.

Deux aspects principaux sont développés dans le rapport : (i) un appui méthodologique reposant sur le diagnostic de la situation constatée à Zinder et (ii) une proposition de présentation des résultats, telle qu'elle pourra être réalisée au terme de la première phase du Projet. Les programmes informatiques écrits à l'occasion de la mission sont détaillés en annexe.



### 3. Appui méthodologique

#### 3.1. Aspects informatiques

##### 3.1.1. Matériel

La saisie et l'exploitation des données se déroulent dans une pièce mal climatisée, mal isolée de la poussière, sur un matériel informatique obsolète, insuffisant et défectueux. Un seul micro-ordinateur est disponible : il s'agit d'un portable avec un processeur 386 SX à 20 MHz, un disque dur de 80 Mo, 4 Mo de RAM, un lecteur de disquettes en bout de course et une batterie et un onduleur hors d'usage. Il est **extrêmement dangereux** de poursuivre le travail dans ces conditions. En plus du mauvais état du matériel, l'exploitation de la base se fait directement sur les données originales, ce qui est **l'assurance de problèmes graves à court terme**. Pour une seconde phase du Projet, il serait impératif de prévoir :

- ① une salle informatique correctement isolée de la poussière et pourvue de protections électriques convenables ;
- ② un micro-ordinateur et une imprimante réservés à la saisie ;
- ③ un micro-ordinateur et une imprimante pour l'exploitation des données et le travail de secrétariat ;
- ④ un logiciel permettant la gestion des données : par exemple FoxPro ;
- ⑤ des logiciels permettant le traitement statistique des données : SPSS pour les statistiques élémentaires et le modèle linéaire (analyses de variance, régressions), ADDAD ou SPAD pour l'analyse de données (analyses factorielles, analyses en composantes principales, classifications...) ;
- ⑥ un logiciel pour la présentation graphique des résultats (Excel, QuattroPro...).

##### 3.1.2. Utilisation du logiciel PIKBEU

Le logiciel PIKBEU a été conçu et réalisé par le service informatique du CIRAD-EMVT dans la fin des années 1980 pour répondre aux besoins de différents programmes de recherche sur les systèmes d'élevage en situation réelle. Ce logiciel permet la saisie et la gestion de données démographiques, zootechniques et sanitaires relevées à l'échelle de l'individu. Il a été développé à l'aide de FoxPro (FoxBase à l'origine) qui est un système de gestion de base de données relationnelles, muni d'un langage de programmation. Les versions actuelles de FoxPro sont performantes et comparables aux grands logiciels du même type (Access, DBase, Paradox...).

Dès la disponibilité de versions opérationnelles de PIKBEU, un manuel d'utilisation a été

écrit en 1989 [1]. A cette date, il ne semblait pas indispensable d'aller plus loin dans les détails informatiques, car peu de chercheurs étaient à même de se plonger dans ces aspects. Les choses ont maintenant changé, avec le développement de la micro-informatique et la disponibilité de logiciels plus conviviaux.

Chaque équipe utilisant PIKBEU (Cameroun, Niger, Soudan, Tchad) a exprimé des besoins particuliers auxquels le service informatique du CIRAD-EMVT s'est efforcé de répondre. L'outil a évolué, s'est étoffé, et a divergé selon les sites d'implantation : les versions camerounaises, nigériennes, soudanaises et tchadiennes sont légèrement différentes. Le développement de PIKBEU disposant de moyens restreints, il n'a pas été possible d'éditer des versions actualisées du manuel. Cette lacune devrait être comblée dans un proche avenir.

Après une phase d'accumulation des informations, recueillies selon des protocoles préalablement définis (et donc correspondants à des objectifs de recherche précis), toute équipe utilisant PIKBEU est confrontée au problème de l'exploitation des données et de leur traitement statistique. Cette étape passe par la constitution de tableaux de données, qui sont ensuite soumis à diverses analyses.

PIKBEU répond bien à cette contrainte, en permettant la construction de tableaux par sélections successives de variables de différents niveaux d'agrégation (individu, troupeau, élevage, village) et tris possibles sur les valeurs prises par ces variables. Il s'agit de l'option **"Constitution d'un fichier"** obtenue après choix de l'option **"Gestion de la base"** du menu général de PIKBEU. Cette possibilité était peu exploitée au Projet Camélin, et quelques démonstrations ont permis de mieux faire comprendre son intérêt.

### 3.1.3. Programmes et fichiers complémentaires à PIKBEU

Chaque enquête sur les systèmes d'élevage a son propre protocole qui aboutit au recueil d'informations diverses en nature et en quantité. Il n'est pas possible de concevoir une fois pour toutes un logiciel couvrant tous les besoins. En revanche, ces études utilisent des informations démographiques et de croissance, dont le recueil, la saisie et l'organisation en base de données sont des opérations spécifiques et complexes. Malgré quelques imperfections, PIKBEU répond bien à cette demande.

Deux programmes complémentaires ont été écrits pour la saisie des noms des chamelles et la saisie des résultats d'analyses de laboratoire. Leur utilisation et les détails informatiques sont donnés en annexe.

☞ La connaissance des noms des chamelles a un intérêt pratique lors des visites de terrain : les éleveurs donnent des noms aux femelles reproductrices. Si les enquêteurs connaissent ces noms, le recensement des animaux et le repérage des jeunes (fils ou fille de telle chamelle) sont facilités. Le fichier des noms est mis en relation avec le fichier des animaux et celui des mensurations. Des fiches de composition de troupeaux, ou d'état des mensurations à réaliser sont éditées avec le nom des animaux (composition de troupeaux) ou des mères des jeunes (état des mensurations à relever).



- ☞ Plusieurs milliers d'analyses de laboratoire ont été effectuées, en particulier au LABOCEL. Ce sont des analyses coproscopiques (*Haemonchus*, autres strongles et coccidies), hématologiques (frottis pour recherche de *Trypanosoma evansi*), sérologiques (*Card agglutination test* pour recherche des anticorps anti-*Trypanosoma evansi*, Rose-Bengale pour la recherche des anticorps contre *Brucella spp.*, etc.). Ces analyses serviront à établir des indicateurs de l'état sanitaire des dromadaires à l'échelle de l'individu ou à celle du troupeau.

Ce dernier cas est démonstratif de la nécessité de penser aux aspects informatiques et statistiques dès la conception d'un protocole. En effet, les résultats d'analyse ont été consignés dans des cahiers de paillasse où figurent seuls les numéros d'ordre des animaux, ainsi que les noms de village. Dans la base PIKBEU, un animal est repéré par 3 champs distincts : les numéros d'élevage (**num\_elev**), de troupeau (**num\_troup**) et d'ordre (**num\_ordre**). Dans la conception initiale de PIKBEU (qu'il faudrait revoir à ce propos), un troupeau est repéré non pas grâce au numéro de troupeau, mais par la clé:

$$\text{Identificateur d'un troupeau} = 100 \times \text{num\_elev} + \text{num\_troup}$$

et un animal est repéré par :

$$\text{Identificateur d'un animal} = 10^6 \times \text{num\_elev} + 10^4 \times \text{num\_troup} + \text{num\_ordre}$$

C'est cette clé **complète** qui permet de retrouver les informations individuelles : caractéristiques des animaux dans le fichier **ANIMAUX.DBF**, des mensurations dans le fichier **MENSU.DBF**, des mises-bas dans le fichier **MISESBAS.DBF**, etc.

Il est donc probable qu'à un numéro d'ordre (champ **num\_ordre**) correspondent plusieurs animaux dans le même village. Cette situation a entraîné l'écriture d'un programme de saisie et de contrôle relativement lourd, non transposable dans d'autres situations, et qui n'offre pas la certitude d'éliminer toute erreur. Si un informaticien (ou une personne ayant des compétences dans le domaine et connaissant bien PIKBEU) avait été associée à la définition des protocoles, le travail de programmation aurait été plus simple et les données plus fiables. De plus, les résultats auraient pu être saisis en temps réel, ce qui aurait évité un travail fastidieux en fin de Projet.

En matière de recherche, les bonnes pratiques sont de définir clairement les objectifs à atteindre puis d'établir le protocole détaillé du recueil et du traitement des informations, basé sur un ou plusieurs pré-modèles conceptuels d'analyse (voir par exemple [3]). Avec l'appui d'un informaticien, on peut ensuite construire le modèle conceptuel des données (voir par exemple [4]), en déduire la structure des fichiers informatiques, et écrire les programmes de saisie correspondants. La réalisation rigoureuse de ce travail aurait facilité le recueil des données et leur exploitation ultérieure.

### **3.2. Etat de la base de données**

La base de données est dans un excellent état. Cela tient au sérieux et à la grande conscience professionnelle du Chef de projet et de son équipe, qui ont assuré sur le terrain un très difficile travail de recueil des données en milieu pastoral et une saisie rigoureuse de retour au bureau. Ils ne pouvaient pas faire mieux compte tenu de la formation et de la documentation dont ils disposaient.

#### **3.2.1. Organisation des archives papier**

Le fonctionnement de PIKBEU est basé sur le recueil d'informations sur fiches individuelles (une fiche par animal), renseignées lors des visites de terrain. De retour au bureau, les données sont saisies et de nouvelles fiches individuelles vierges sont alors automatiquement éditées. Les anciennes fiches sont archivées pour autoriser des corrections ultérieures de la base, quand des erreurs de saisie (inévitables) se produisent.

- ☞ Il faut à tout prix éviter le recueil des informations sur un autre support que les fiches individuelles. L'expérience montre que dans le cas contraire, de nombreuses données sont irrémédiablement perdues : oublis de saisie, recherche des archives papier difficile ou impossible.
- ☞ Pour faciliter la recherche rétrospective d'erreurs de saisie ou reconstituer des informations perdues, les fiches individuelles doivent être soigneusement rangées par élevage et dans l'ordre chronologique des dates de visite.

#### **3.2.2. Contrôles de cohérence et corrections**

PIKBEU réalise certains contrôles automatiques de la cohérence des données, actifs lors de la saisie avec la version actuelle, et utilisables rétrospectivement. Cette dernière fonction est utile lors de plantage du micro-ordinateur en cours de saisie (bugs du logiciel, mauvaise manipulation, pannes de courant électrique...). Dans ce cas, certaines informations peuvent être "oubliées" par le logiciel.

L'examen détaillé des fonctions de contrôle de cohérence a été effectué, ce qui a permis de relever et de corriger quelques erreurs de saisie et incohérences. Il faut s'astreindre à faire ce travail après chaque tournée, de manière à rectifier les informations fausses lors de la visite suivante.

Il n'est pas possible d'automatiser tous les contrôles. Il faut examiner régulièrement les statistiques de dispersion des principales variables (mensurations, intervalles entre mises-bas), pour repérer les observations aberrantes et les corriger rapidement. A cet égard, des logiciels d'utilisation simple tels qu'Epi Info [5] (logiciel du domaine public) sont très utiles (édition de graphes, de listes, des minima / maxima...). Cependant, la correction de certaines données (mensurations par exemple) nécessite une intervention directe sur la base, toujours dangereuse pour des opérateurs peu formés. Les corrections les plus évidentes ont été réalisées lors de la mission.



### 3.2.3. Début et fin de suivi

Ces données ne sont pas stockées dans la base. C'est une lacune du logiciel dont il faut limiter les conséquences. Lors de l'analyse des données, il est impératif de connaître, pour chaque troupeau, les dates de début et de fin éventuelle de suivi. Faute de quoi on peut calculer des paramètres zootechniques ou sanitaires sur des troupeaux pas encore ou plus en suivi !...

Pour pallier cette difficulté, un fichier supplémentaire **SUIVI.DBF** a été créé dans le répertoire **\PIKBEU\SUIVI** contenant 4 champs :

	Nom	Type	Longueur	Décimale
1.	num_elev	Numérique	3	0
2.	num_troup	Numérique	2	0
3.	debut	Date	8	
4.	fin	Date	8	

Les numéros d'élevage et de troupeau sont stockés respectivement dans les champs **num\_elev** et **num\_troup**. La date de début de suivi du troupeau est indiquée dans le champ **debut**, et l'éventuelle date de fin dans le champ **fin**. Un programme a été écrit permettant de remplacer, pour les animaux appartenant à des troupeaux ayant une date de fin de suivi :

- ☞ toutes les natures de sortie non renseignées par la valeur "**ARRET SUI**" (champ **nat\_sort** du fichier **ANIMAUX.DBF**).
- ☞ toutes les dates de sortie non renseignées par la date de fin de suivi (champ **dt\_sort** du fichier **ANIMAUX.DBF**),

De plus, au début du travail, les éleveurs ont refusé de marquer une partie des jeunes ainsi que les femelles gestantes. Ces animaux ont été et sont encore inclus dans le suivi au gré des événements qu'ils subissent (mises-bas, problèmes sanitaires,...).

La première conséquence est qu'il faut donner à la variable "**date d'entrée**" (**dt\_entree** du fichier **ANIMAUX.DBF**) la définition :

**dt\_entree = date d'entrée en suivi**

**et surtout pas :**     **dt\_entree = date d'entrée dans le troupeau.**

Pour corriger cette erreur d'interprétation, la date d'entrée a été remplacée par la plus grande des "date d'entrée" (champ **dt\_entree** de **ANIMAUX.DBF**) et "date de début de suivi" (champ **debut** de **SUIVI.DBF**). Pour affiner les corrections, il faut reprendre les dates d'entrée des animaux qui étaient présents dans les troupeaux depuis le début de l'enquête, mais qui ont été introduits dans le suivi après les autres.

La seconde conséquence est qu'il est imprudent de calculer des taux de mortalité et d'exploitation chez les animaux non nés pendant le suivi : il y a un risque de biais de recrutement, surtout en première année du suivi.

### 3.3. Traitement des données

Il est effectué en 2 étapes : (i) établir un référentiel des principaux indicateurs zootechniques et sanitaires et (ii) réaliser des études spécifiques sur les points les plus intéressants révélés par le référentiel.

#### 3.3.1. Référentiel

Le référentiel n'est pas un document figé. C'est un ensemble d'indicateurs de la productivité animale, qui permettent de :

- ☞ faire un diagnostic global du fonctionnement du ou des systèmes d'élevage étudiés à un moment donné,
- ☞ suivre l'évolution dans le temps de ce ou ces systèmes d'élevage,
- ☞ comparer les résultats des élevages en suivi, en fonction de facteurs observés ou fixés par une intervention (pluviométrie annuelle, plans de prophylaxie...).
- ☞ comparer le ou les systèmes d'élevage avec d'autres systèmes étudiés dans d'autres conditions.

Ne sont présentés ici que les indicateurs utilisables pour l'analyse des données du Projet Camélin. On peut les classer en différents groupes [6].

#### ① Les paramètres de situation :

- (i) *Structure de population par âge* : la pyramide des âges est un indicateur global de la reproduction, la mortalité, l'exploitation, et plus généralement, de la stratégie des éleveurs. Elle doit être réalisée sur une population entière, ou un échantillon représentatif de cette population.
- (ii) *Le rapport  $\frac{\text{femelles en croissance}}{\text{femelles reproductrices}}$*  permet de juger l'évolution globale du troupeau. Il doit être calculé sur la population entière ou sur un échantillon représentatif.

#### ② Les paramètres d'évolution :

- (i) *Paramètres de reproduction*
  - ☞ *La précocité* est définie par l'âge à la première mise-bas. C'est une caractéristique raciale, mais aussi un indicateur de la rapidité de croissance. En effet, l'activité sexuelle débute quand l'animal atteint un poids-seuil plutôt qu'un âge déterminé. Les dromadaires étant peu précoces, il faut de nombreuses années de suivi pour avoir une bonne estimation de ce paramètre.



☞ *La fertilité vraie*, estimée par :

$$\frac{\text{nombre de mises-bas} + \text{nombre d'avortements}}{\text{nombre de femelles en âge de reproduire}}$$

La qualité de l'estimation dépend de la précision de la précocité et du taux d'avortements. On a signalé la difficulté liée à la précocité. Il en va de même pour les avortements, soumis à un biais de sous-déclaration. La fertilité, paramètre fondamental, est l'un des plus délicats à estimer.

☞ Le *taux d'avortements* (respectivement de *morts-nés*) est le nombre d'avortements (respectivement de morts-nés) rapportés à un nombre total de mises-bas pendant une période donnée.

☞ *Les intervalles entre mises-bas* sont l'intervalle en jours séparant 2 mises-bas consécutives chez la même femelle. Seules les mises-bas normales (produit né vivant) donnent lieu à des lactations chez la chamelle. Le(s) système(s) d'élevage étudié(s) étant orienté(s) vers la production laitière, il a semblé opportun de ne considérer que les mises-bas normales pour le calcul de ces intervalles.

#### (ii) *La croissance pondérale des jeunes*

On utilise des poids à âge-type, observés ou calculés<sup>1</sup> à l'échelle de l'individu, ou de populations (moyennes de troupeaux, villages...). Certains poids sont importants pour caractériser des phases cruciales du développement : poids à la naissance, poids au sevrage, poids à l'entrée en reproduction... Pour mettre en évidence les facteurs de variations de ces poids (race, sexe, systèmes d'élevage...), il faut que les échantillons correspondants soient comparables.

#### (iii) *L'exploitation*

Les taux ou quotients d'exploitation donnent une idée de l'intensification des systèmes de production. Dans les milieux traditionnels comme ceux étudiés à Zinder, il faut tenir compte, en plus de l'exploitation "classique" (vente, abattage), l'exploitation sociale : dons, dots, confiages, héritages.

#### (iv) *La mortalité*

C'est le paramètre le plus facile à estimer. Pour l'exploitation et la mortalité, on a choisi de calculer des taux vrais, plutôt que des probabilités et des quotients (voir [7] pour une explication détaillée, et le programme SORTIE.PRГ en annexe pour le mode de calcul). Ces 2 indicateurs donneraient des valeurs proches dans la plupart des élevages étudiés, mais les taux vrais permettent de tenir compte des entrées et sorties de suivi en cours d'étude.

---

<sup>1</sup> Voir le programme PAT.PRГ en annexe pour le mode de calcul

### 3.3.2. Etudes spécifiques

Elles consistent à déterminer les facteurs de variation d'un phénomène considéré comme préoccupant. La marche à suivre pour réaliser des études spécifiques est la suivante (voir par exemple [3] et [8]) :

- ① Choisir un thème en concertation avec les responsables du développement, les éleveurs ou leurs représentants, les chercheurs et les bailleurs de fonds,
- ② Définir avec précision le phénomène que l'on veut étudier (**variable à expliquer**) et la liste des hypothèses de facteurs de variation (**variables explicatives**). On s'appuie sur la bibliographie, l'opinion des éleveurs et des experts (services vétérinaires, chercheurs...) connaissant bien l'élevage.
- ③ On établit des **pré-modèles conceptuels d'analyse**, qui résument par des schémas (1 par échelle d'observation) l'ensemble des interactions entre variables explicatives et variable à expliquer.
- ④ On définit un **protocole** indiquant les modalités précises et le calendrier de :
  - ☞ l'échantillonnage des élevages, la fréquence des observations et les méthodes de mesures de la variable à expliquer et des variables explicatives. C'est le **plan d'observation** ;
  - ☞ la saisie, le stockage et l'extraction des informations. Les **aspects informatiques** (base de données, système d'information géographique) doivent être soigneusement envisagés avant le début de l'enquête ;
  - ☞ **traitement des données**. Il est fondamental de prévoir les techniques statistiques utilisables lors du dépouillement. Une trop grande complexité du plan d'observation entraîne des difficultés d'analyse parfois insurmontables. Cette complexité apparaît plus rapidement que des personnes non averties ne pourraient le croire !...
- ⑤ On teste la faisabilité du protocole (recueil des informations, analyses de laboratoire, coût, traitement statistique...).
- ⑥ On réalise l'enquête.

Il est clair que l'ensemble de ces opérations ne peuvent et ne doivent pas être l'oeuvre d'une personne isolée : c'est un travail pluridisciplinaire, où l'on ne doit pas hésiter à faire appel à des compétences affirmées dans chacun des domaines importants.



## 4. Résultats préliminaires

Les résultats proviennent des informations disponibles en avril 1995. Ces données demandent à être revues et complétées par celles recueillies entre avril et août 1995. Ces résultats sont donc incomplets. Leur présentation est faite à titre d'exemple. L'interprétation fine (diagnostic global du système d'élevage) doit être effectuée par les chercheurs du Projet et ne pourra être réalisée qu'après l'enquête de typologie.

### 4.1. Indicateurs

#### 4.1.1. Structure de la population

Le choix du moment de l'étude de la structure de la population est important car les mises-bas ne sont pas régulièrement réparties dans l'année (fig. 1). Elles sont saisonnées, avec une distribution bimodale : un premier pic se produit en fin de saison pluvieuse (septembre) et un autre en saison fraîche (décembre ou janvier). Le minimum est observé en avril-mai. Les pyramides des âges sont étudiées au 15/04 de chaque année : la population suivie est ainsi observée après la fin de la période de mises-bas.

Les pyramides des âges (fig. 2) révèlent une particularité : les jeunes animaux n'ont pas été identifiés lors du recensement des animaux (mauvaise volonté des éleveurs), ce qui entraîne un trou dans la classe d'âge des 1-2 ans en début de seconde année de suivi. Ce trou se décale vers les classes d'âge supérieures dans les pyramides suivantes. Par ailleurs, les femelles gestantes n'ont pas été marquées en début de suivi (refus des éleveurs). Ces animaux ont ensuite été introduits au gré de la survenue d'événements les concernant (soins pour maladie, mises-bas). Il faut donc être prudent dans l'interprétation des structures, mais également des taux de mortalité et d'exploitation, surtout

Figure 1. Fréquence mensuelle des mises-bas de mars 1992 à avril 1995

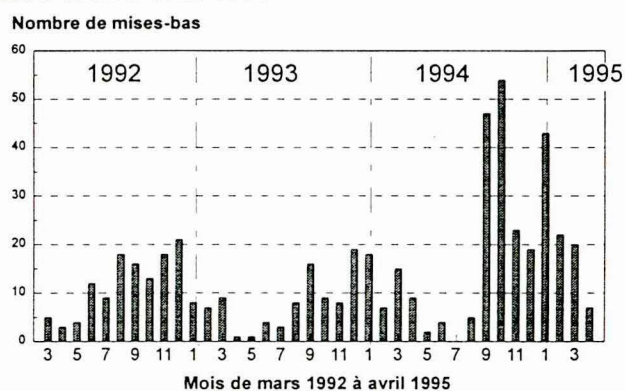
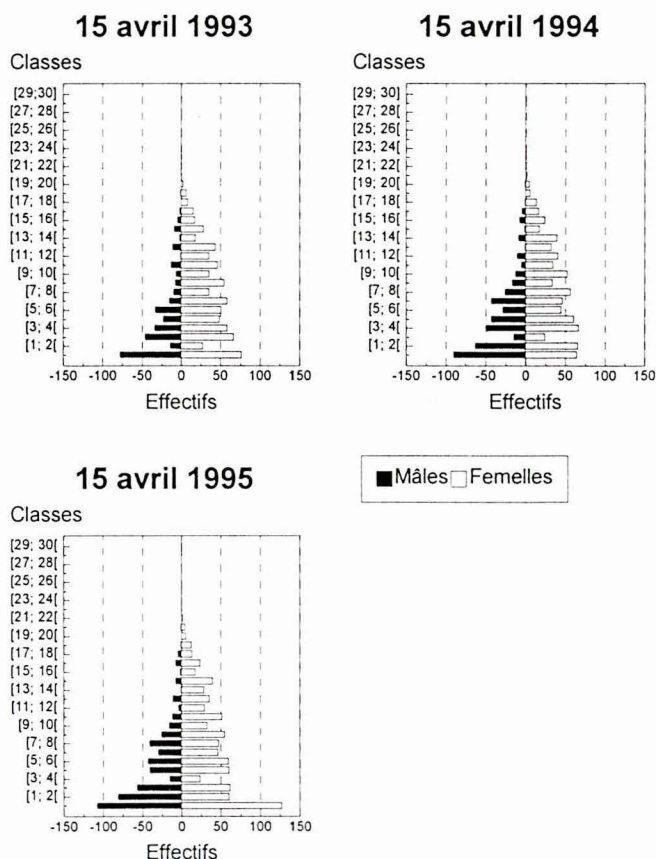


Figure 2. Pyramide des âges de la population suivie



en première année du suivi. Nous étudierons donc les exercices 1993 et 1994 en laissant de côté les premiers mois de suivi.

Le nombre de naissances présente une forte variabilité interannuelle : 2 fois plus après le pic de saison fraîche 1994-1995 que les années précédentes. Il serait intéressant d'observer si de tels phénomènes se reproduisent régulièrement.

Les pyramides révèlent la longueur de la carrière des dromadaires, mâles ou femelles. Ces dernières sont toutefois conservées plus longtemps que les mâles. Il serait souhaitable de noter l'utilisation des animaux par les éleveurs en fonction de l'âge (reproduction, lait, bât, exhaure...), par des questionnaires annuels, à saisir indépendamment des fichiers PIKBEU usuels. Compte tenu des biais signalés, l'estimation

du rapport  $\frac{\text{femelles en croissance}}{\text{femelles reproductrices}}$  ne présente pas d'intérêt.

#### 4.1.2. Paramètres d'évolution

##### *Précocité*

Elle a été estimée sur des animaux dont l'âge a été déterminé par examen de la dentition ou sur déclaration des éleveurs. Elle doit être considérée avec prudence. La distribution observée (fig. 3) révèle une précocité moyenne de 2034 j (66,8 mois) avec un écart-type de 689 jours (22,6 mois). Compte-tenu des erreurs d'examen ou de déclaration, la médiane est un indicateur plus stable que la moyenne. Pour la série observée, elle est de 1936 jours (63,6 mois). Il faudrait donc attendre au moins 6 ans pour avoir une estimation précise de ce paramètre, à partir d'animaux nés dans le suivi (dont l'âge est connu à quelques jours près).

##### *Intervalles entre mises-bas*

Seules 72 femelles ont réalisé 2 mises-bas normales consécutives. La moyenne de l'intervalle est de 762,5 jours (25,0 mois), avec un écart-type de 119,3 jours (3,9 mois). La médiane est très proche (762 jours). Il est possible que des rythmes plus lents ne se soient pas encore manifestés (voir le dernier décile). Le recul est insuffisant pour estimer ce paramètre avec précision.

Figure 3. Déciles de distribution de la précocité des chamelles en suivi

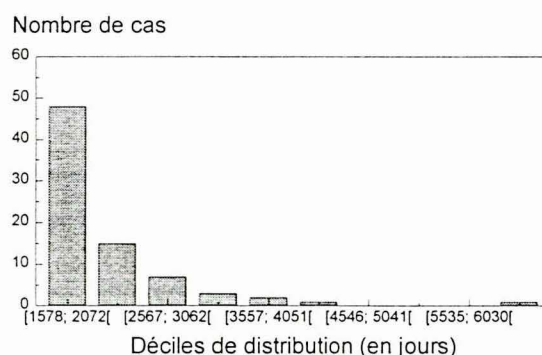
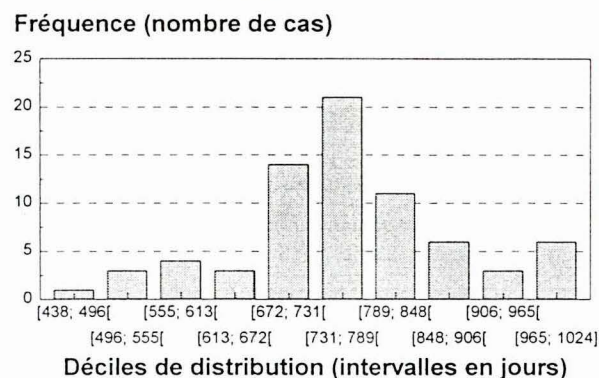


Figure 4. Déciles de distribution des intervalles entre mises-bas normales





### Autres paramètres de reproduction

Le tableau I résume les taux de fertilité et d'avortement observés en 1993 et 1994. Ces résultats sont en accord avec les pyramides des âges correspondantes et demandent à être discutés.

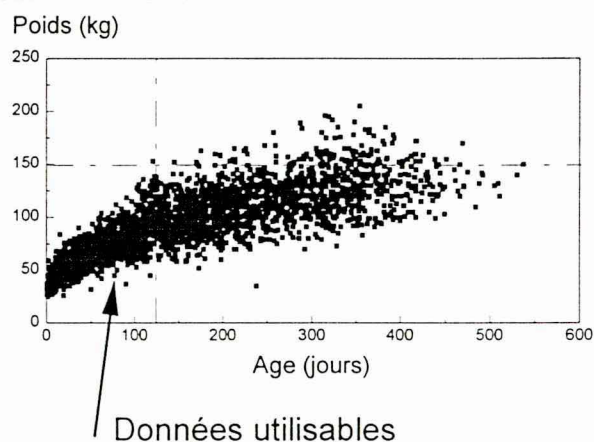
**Tableau 1. Paramètres de reproduction des chameilles en suivi**

Année	Taux (%)	
	Fertilité	Avortement
1993	18,4	6,5
1994	36,8	3,4

### Croissance des jeunes

L'étude du poids en fonction de l'âge chez les chameçons du suivi (fig. 5) révèle un biais d'enquête. En effet, très peu de poids observés dépassent 150 kg. Cela tient à des difficultés de contention des animaux atteignant ce poids, ainsi qu'à la limite du matériel de pesée utilisé (200 kg). Les animaux dont la croissance est la plus rapide atteignent 150 kg vers 120 jours. En conséquence, on ne pourra analyser que les poids aux âges-types inférieurs ou égaux à 120 jours. Cela concerne 40% des poids : les 60% restant ne pourront pas servir à ces analyses.

**Figure 5. Poids en fonction de l'âge chez les chameçons en suivi**



Les paramètres de dispersion des poids à âge-type utilisables sont les suivants:

Poids à âge-type	Effectifs	Moyenne (kg)	Ecart-type (kg)	Minimum (kg)	Premier quartile (kg)	Médiane (kg)	Troisième quartile (kg)	Maximum (kg)
naissance	48	37,1	7,6	25,0	32,0	35,0	42,5	59,0
30 j	166	57,4	9,7	28,1	50,0	57,0	64,0	80,0
60 j	203	70,2	11,9	33,3	61,8	70,0	78,8	104,0
90 j	190	80,9	13,8	37,0	70,4	79,7	91,9	119,0
120 j	152	93,6	18,1	45,0	82,1	92,0	104,8	153,0

Le gain moyen quotidien pour les valeurs moyennes est de 471 g entre la naissance et 120 j.

### Exploitation

L'exploitation globale est faible : 2,1% en 1993 et 2.6% en 1994. La répartition par classe d'âge (fig. 6) montre une variabilité annuelle des classes exploitées : 2-3 ans (5,7%) en 1993 et 4-5 ans (4,8%) en 1994. Les classes 0-1 et 6-8 ans ne sont pas exploitées. La présence des chamelons est indispensable au bon déroulement de la lactation, objectif majeur des éleveurs. Les femelles de 6-8 ans entrent en reproduction. Il est probable que les éleveurs les conservent pour tester leurs qualités laitière et maternelle. L'exploitation entre 1 et 6 ans peut correspondre à la vente d'animaux pour la boucherie, et au-delà de 9 ans, à la réforme des mauvais reproducteurs ou des animaux malades.

Figure 6. Exploitation par classes d'âge en 1993 et 1994

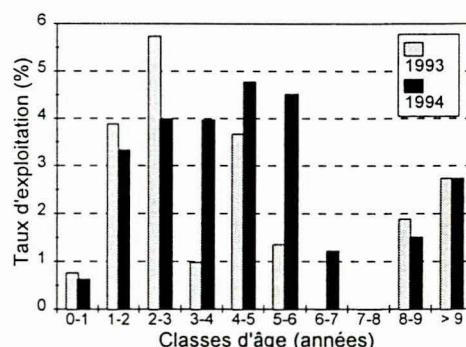


Figure 7. Mortalité par classes d'âge en 1993 et 1994

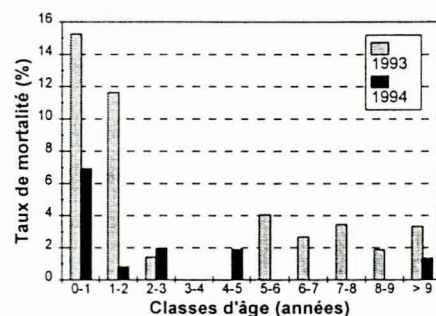


Figure 8. Variations saisonnières de la mortalité de la classe 0 - 2 ans

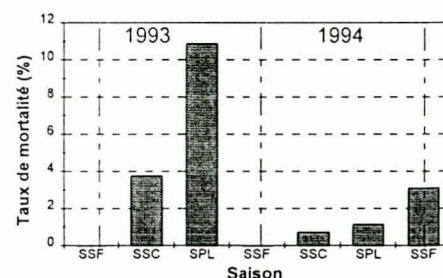
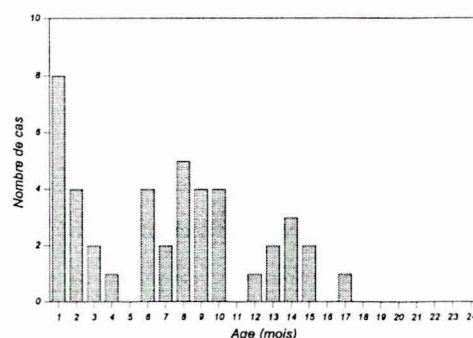


Figure 9. Age lors de la mort chez les chamelons de moins de 2 ans



### Mortalité

Elle est globalement faible mais la variabilité interannuelle est forte : 4,5% en 1993 et 1,7% en 1994. Les classes d'âge les plus touchées (fig. 7) sont les jeunes de 0-1 (1993 et 1994) et 1-2 ans (1993). La mortalité est rare chez les adultes.

L'étude des fluctuations dans le temps pour la classe d'âge 0-2 ans (fig. 8) montre que les variabilités saisonnière et interannuelle sont fortes : il n'est pas possible de dégager de tendance avec un recul aussi faible.

Cependant, 35 des 43 cas de mortalité 0-2 ans (81,4%) se sont produits avant 1 an (fig. 9) et 19 (44,2%) avant 6 mois. Il semble donc que la mortalité 0-1 an, et particulièrement avant le sevrage, soit le problème essentiel.

Les causes de mortalité sont à analyser avec prudence : le diagnostic repose sur les déclarations des éleveurs. En avril 1995, 82 cas de mortalité avaient été enregistrés depuis le début du suivi. La répartition par cause (fig. 10) indique une prédominance des diarrhées, d'ailleurs constante : il semble que ce syndrome soit une cause majeure de la mortalité des dromadaires en suivi dans le département de Zinder.

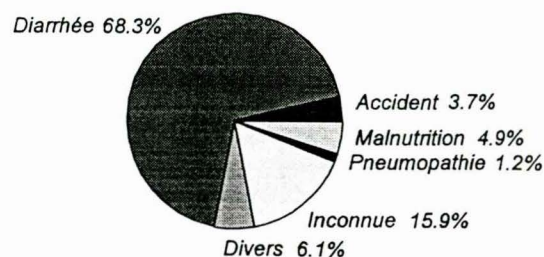


## 4.2. Etudes spécifiques

Les faits marquants révélés par l'étude des indicateurs sont :

- ☞ une forte variabilité des paramètres de reproduction, croissance et mortalité, conduisant à des valeurs moyennes considérées comme satisfaisantes ;
- ☞ une prédominance de la pathologie digestive dans les causes de mortalité.

Figure 10. Répartition des cas de mortalité observés par cause



Une des études prioritaires à mener serait celle de la mortalité avant sevrage : la classe d'âge 0-6 mois est la plus touchée. Outre la perte du chamelon, la disparition du petit entraîne l'arrêt de la lactation de la chamelle : le préjudice pour l'éleveur est double.

Dans l'état actuel de la base de données, il est difficile de trouver des hypothèses explicatives à ce phénomène. Dans un contexte d'élevage très extensif, les hypothèses à privilégier doivent être prises parmi les caractéristiques du milieu, la productivité des pâturages, certaines pratiques d'élevage (transhumances, cures salées) et la pression des agents pathogènes (parasites gastro-intestinaux, hémoparasites, germes à tropisme génital).

Ce dernier point a été bien étudié. La saisie des données est en cours et devrait être terminée à la fin de la première phase du Projet. Il sera alors possible d'étudier les relations entre ces indicateurs sanitaires, la mortalité et la productivité.

Les mouvements de transhumance ont été notés, mais demandent à être saisis. Les informations nécessaires concernent les lieux où les éleveurs ont séjourné et sont :

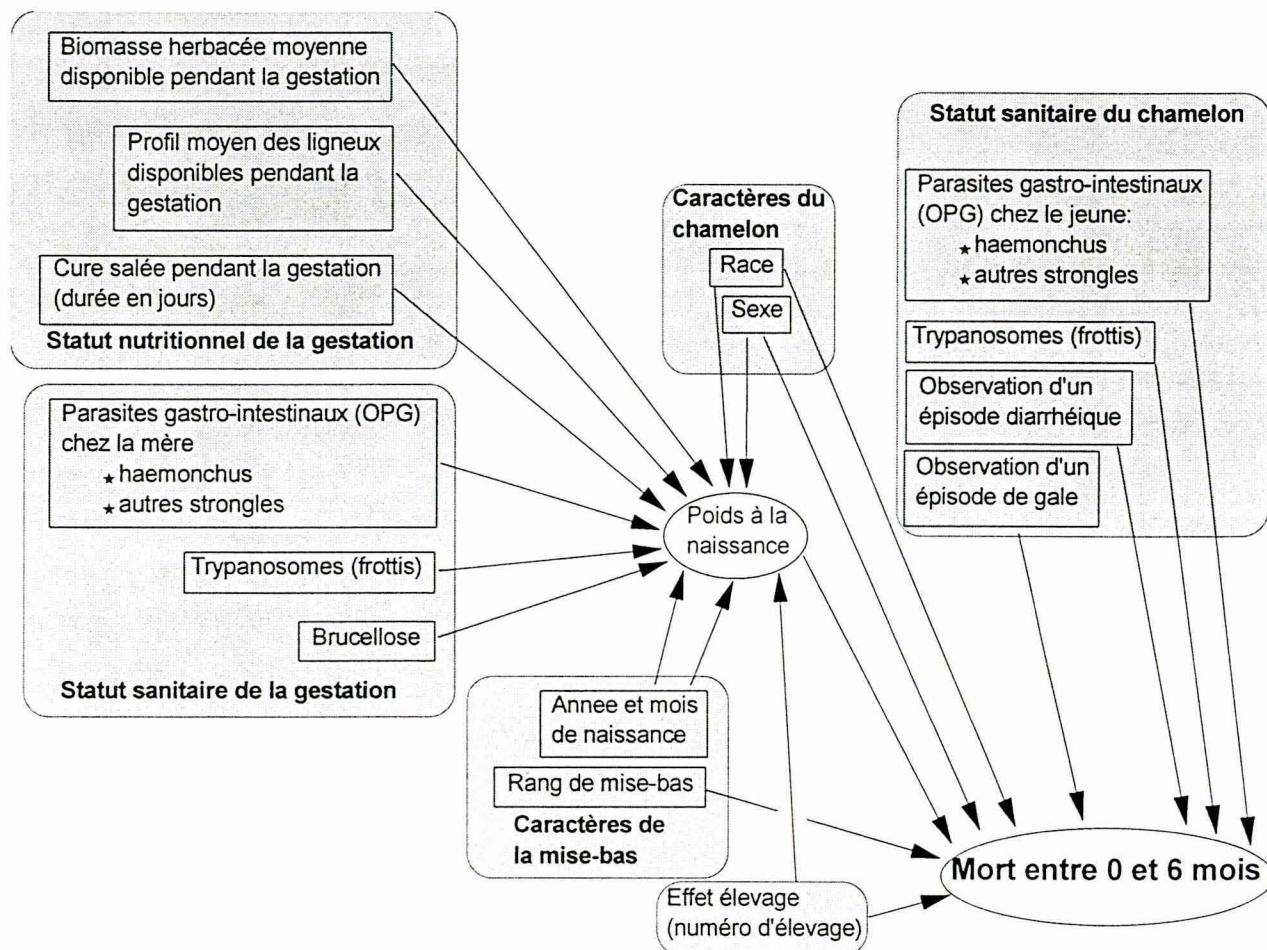
1. le numéro d'élevage,
2. les coordonnées géographiques du lieu de séjour,
3. le nom du lieu de séjour,
4. l'unité administrative du lieu de séjour (par exemple : canton),
5. la date d'arrivée dans le lieu de séjour,
6. la date de départ (éventuelle) du lieu de séjour.
7. le motif du séjour (pâturage, cure salée ou autre motif d'importance pour la productivité animale).

Un fichier informatique doit donc être constitué (de préférence sous FoxPro), dans lequel il y aura, pour un éleveur donné, autant de lignes que de lieux de séjours différents.

Les lieux et dates de séjour doivent être caractérisés par des informations sur la nature et la quantité des pâturages disponibles, en se limitant à des indicateurs facilement accessibles comme la biomasse herbacée disponible et les stades phénologiques des principaux fourrages ligneux.

Quand toutes les informations auront été rassemblées et saisies, il sera possible de réaliser les analyses sur la base de ce pré-modèle conceptuel d'analyse (indicatif) :

**Figure 11. Pré-modèle conceptuel de la mortalité des chamelons avant 6 mois**



Ce pré-modèle contient 2 variables à expliquer : le poids à la naissance et la mortalité. Les techniques statistiques utilisables (*a priori*) sont respectivement la régression linéaire multiple et la régression logistique (voir par exemple [9] et [10]).

Toutes les informations étant saisies, il faudrait environ 2 mois de travail à un chercheur autonome sur les plans informatique (gestion de fichiers) et statistique (techniques descriptives et exploratoires, modèle linéaire, modèle linéaire généralisé) pour réaliser une telle étude.



## 5. Conséquences pour la suite du Projet Camélin

### 5.1. Typologie

Lors du démarrage du suivi, l'échantillonnage des élevages ne s'est pas effectué "dans les règles de l'art" (tirage aléatoire d'un échantillon au sein d'une base de sondage). En fait, pour pénétrer le milieu fermé des éleveurs de dromadaires, il était indispensable de commencer à travailler avec les plus influents d'entre eux : chefs traditionnels, notables, commerçants... Ce procédé n'est pas idéal, mais il n'y avait pas d'alternative et il ne sert à rien de s'en mortifier.

Cependant, il faut s'efforcer de savoir, *a posteriori*, de quels systèmes proviennent les élevages suivis, et quelle est l'importance de ces systèmes dans l'ensemble des systèmes d'élevage camélins du Département de Zinder. C'est l'objectif recherché dans la réalisation d'une enquête de typologie.

Le temps a manqué pour effectuer les visites de terrain qui auraient permis de mieux appréhender les difficultés à surmonter pour réaliser cette enquête et pour avancer des propositions concrètes de protocole. En s'appuyant sur les recommandations du rapport de Faye et Paris, on peut toutefois tracer les grandes lignes de cette enquête.

- ① Elle doit se dérouler sur un intervalle de temps très court : moins de 3 mois, en fin de saison des pluies et en début de saison fraîche, alors que tous les éleveurs sont encore dans la zone septentrionale et avant qu'ils ne repartent en transhumance.
- ② Elle doit toucher toute la région d'action du Projet, et concerner environ 200 éleveurs, ainsi que tous les éleveurs en suivi (impératif).
- ③ Pour le protocole d'échantillonnage, on pourra se référer à la méthodologie décrite par Planchenault (méthode des quotas) et utilisée lors de l'enquête de typologie de 1984.
- ④ Les thèmes suivants doivent être abordés dans l'enquête :
  - ☞ caractériser l'éleveur et sa famille : statut social, ethnie ;
  - ☞ Caractériser les mouvements de transhumance rétrospectivement sur un an (lieux visités, durées de séjour) ;
  - ☞ caractériser la conduite des animaux au pâturage (nature du berger, rythmes de pâturage et d'abreuvement) et les pratiques de complémentation (cure salée,...) ;
  - ☞ caractériser les animaux (races) et leur utilisation
  - ☞ estimer la taille et la composition du troupeau camélin, et les associations avec d'autres espèces (bovins, petits ruminants)



- ⑤ Le questionnaire doit être renseigné rapidement (moins d'une heure), en présence de l'éleveur et de ses animaux. Les questions doivent être formulées clairement. Le testage du questionnaire sera nécessaire pour repérer les questions posant problème et les rectifier éventuellement.
- ⑥ Les fiches doivent être saisies et corrigées à Zinder. On peut préconiser l'utilisation de logiciels tels qu'Epi Info<sup>2</sup> pour la réalisation des masques de saisie et des programmes de contrôle. Ce logiciel est également utilisable pour préparer le traitement des données (édition des statistiques élémentaires) et permet l'exportation de fichiers aux principaux formats usuels (DBase, ASCII, SPSS...).
- ⑦ Le traitement des données est envisageable sur place, si le successeur de P. Steinmetz acquiert les techniques de statistiques nécessaires (analyses factorielles et classifications automatiques). Il faut prévoir un mois de travail pour l'analyse des données.

## 5.2. Révision des protocoles en cours et nouveaux thèmes

Des propositions ont déjà été faites en ce sens dans le rapport de Faye et Paris. En complément, il convient de revoir l'objectif et la méthodologie des mensurations corporelles.

- ① Le poids à la naissance et le poids à âge-type jusqu'à 120 j sont importants pour caractériser la croissance pré-sevrage. Il faut s'efforcer d'obtenir les poids bruts pour tous les jeunes de moins de 6 mois à chaque passage. Le rythme d'une visite mensuelle paraît suffisant dans cette optique.
- ② L'établissement d'un modèle de la croissance est un objectif scientifique très intéressant, mais difficile à atteindre : il faut peser les animaux bien au-delà d'1 an, au moins jusqu'à l'entrée en reproduction (environ 5 ans). Le but recherché serait de déterminer un modèle de croissance normale, et d'étudier l'impact de la pathologie ou d'autres facteurs de variation sur la courbe-type.

Les techniques de modélisation feraient appel à des modèles mathématiques (basés sur des systèmes d'équations différentielles ordinaires : voir par exemple [11]) tels que les modèles logistiques, de Gompertz, etc. L'intérêt de ces modèles est qu'ils permettent d'estimer les relations d'allométrie existant entre le poids et d'autres mesures corporelles (périmètre thoracique par exemple). On peut alors prédire le poids à partir de ces mesures, en général plus faciles à obtenir.

Compte tenu de la lourdeur prévisible du protocole, il convient de réfléchir sérieusement avant de se lancer dans un projet qui risque de ne pas aboutir...

---

<sup>2</sup> Ce logiciel est largement répandu dans les milieux médicaux à Zinder et des appuis sont donc disponibles sur place.

## 6. Conclusions

Dans le seul domaine de la Recherche pour le Développement, les responsables du Projet camélin de Zinder avaient à mener, avec une équipe très réduite : la logistique et le fonctionnement du suivi de terrain, la saisie des données, l'archivage des informations, la maintenance du matériel informatique et de la base de données, le traitement des données et la restitution des résultats aux éleveurs et aux bailleurs de fonds. Chacun de ces domaines nécessite des compétences spécifiques que nul ne peut posséder complètement. Le Projet doit et devra, s'il se poursuit, faire plus souvent appel à des missions d'appui lors des points-clés du travail : mise en place de nouveaux protocoles, traitement des données, techniques de restitution et de vulgarisation des acquis de la recherche, etc.

Malgré des difficultés liées à une maîtrise insuffisante de l'outil informatique, la base de données est dans un état remarquable. Il manque peu de choses pour que des analyses intéressantes puissent être réalisées avec les données acquises. Le principal problème est le manque de recul : 3 années supplémentaires de suivi sont un minimum pour obtenir des indicateurs fiables et étudier leurs principaux facteurs de variation.

Il est important de se rendre compte de la complexité des requêtes informatiques actuellement nécessaires à la constitution des tableaux de données. Cela tient pour partie à certains défauts de conception de PIKBEU qui devraient être corrigés dans les années à venir. Le CIRAD-EMVT est bien engagé dans un travail de formalisation des bases de données zootechniques et sanitaires. On peut estimer qu'avec les nouvelles structures de bases de données dont nous disposerons, il faudra 2 à 4 semaines de formation pour apprendre un langage d'interrogation (type SQL<sup>3</sup>). Ces rudiments suffiraient à obtenir les tableaux souhaités, à condition de disposer de documents récapitulant les définitions des données, leurs caractéristiques et la structure des fichiers. Néanmoins, **il serait fallacieux de croire qu'il suffira un jour d'appuyer sur un bouton pour obtenir le tableau souhaité.**

La maîtrise des aspects informatiques est plus simple que celle des aspects statistiques ou mathématiques : les techniques de modélisation évoluent rapidement. Sous de séduisantes présentations graphiques, les systèmes d'informations géographiques, très en vogue, renvoient à des concepts statistiques que peu de chercheurs dominent... De plus, la disponibilité de logiciels "qui vont bien" est loin d'être une assurance et n'empêche pas, bien au contraire, de faire de monumentales bêtises : *le père Noël informatique est une ordure statistique* (Jean-Pierre Fénelon<sup>4</sup>) !... Il n'est certes pas envisageable que tout chercheur passe l'agrégation de mathématiques avant d'entreprendre le traitement des données d'un suivi zootechnique, mais une solide culture statistique est indispensable et le recours à des compétences pointues est souvent nécessaire.

---

<sup>3</sup> Standard query language

<sup>4</sup> Président de l'Association pour le Développement et la Diffusion de l'Analyse des Données (ADDAD)



## **REMERCIEMENTS**

Je tiens à remercier :

Monsieur le Directeur de l'Elevage du Niger, pour sa compréhension attentive et pour l'autorisation d'inclure les données du Niger dans la banque de données de l'Unité de Coordination pour l'Elevage Camélin du CIRAD-EMVT,

Christine et Philippe Steinmetz pour l'accueil chaleureux et les conditions de travail agréables qu'ils m'ont réservés à Zinder,

Monsieur le Conseiller de la Mission française de Coopération et d'Action Culturelle, pour le vif intérêt qu'il a manifesté pour cette mission,

Le Dr François Legoupil pour ses conseils avisés et amicaux et son aide efficace.



## **ANNEXE : DESCRIPTION DES PROGRAMMES**

Les programmes écrits à l'occasion de la mission d'appui au Projet Camélin de Zinder en avril 1995 se répartissent en 3 groupes :

1. Constitution de fichiers complémentaires à la base de données PIKBEU;
2. Calculs d'indicateurs zootechniques ;
3. Editions de listes.

Ces programmes sont appelés par un menu. Le menu et les programmes ont été écrits avec le langage de programmation du gestionnaire de base de données relationnelles FoxPro (version 2.0), qui a servi à l'écriture de PIKBEU. Une disquette contenant les programmes (sources et compilés) a été remise au Projet Camélin.

Les programmes-sources peuvent être modifiés et recompilés selon les besoins des utilisateurs. Des commentaires ont été inclus dans les programmes-sources afin de faciliter la compréhension des instructions et d'éventuelles modifications ultérieures. Le listing détaillé des programmes (environ 80 pages) peut être obtenu auprès de l'auteur de ce rapport ou plus simplement, en imprimant les différents programmes-sources qui sont récupérables par n'importe quel éditeur de texte.

Les programmes traitent directement les fichiers PIKBEU, ou des extractions réalisées à partir de ces fichiers.

### **I. Configurations matérielle et logicielle nécessaires**

#### **1. Matériel**

Aucune spécification particulière n'est nécessaire. Cependant, il est plus confortable et surtout beaucoup plus sûr de traiter les données sur un micro-ordinateur différent de celui servant à la saisie des informations de terrain. Avec un PC à processeur Intel 486 à 25 MHz (bas de gamme actuel), les calculs se font en quelques secondes.

Une imprimante est indispensable pour l'édition des résultats. Les programmes ont été écrits pour une édition sur papier listing avec l'imprimante matricielle du Projet Camélin. Le passage sur une autre imprimante (jet d'encre ou laser) demanderait quelques modifications mineures des programmes-sources.

#### **2. Répertoires**

Les programmes doivent être placés dans un répertoire contenant lui-même un sous-répertoire nommé **DONNEES**. Les fichiers de résultats sont automatiquement envoyés dans ce répertoire. Par exemple : programmes dans le répertoire **C:\FOXPRO2\APPLI** et résultats envoyés dans le répertoire **C:\FOXPRO2\APPLI\DONNEES**.

Les fichiers PIKBEU doivent se trouver dans le répertoire **C:\PIKBEU\SUIVI**, même si l'ordinateur utilisé pour traiter les données n'est pas celui utilisé pour la saisie des informations du suivi.

### **3. Configuration**

La variable d'environnement **PATH** du fichier **AUTOEXEC.BAT** doit contenir les chemins **C:\FOXPRO2** et **C:\BAT**. Dans ce dernier répertoire, il faut placer un fichier nommé **MENU.BAT** contenant les 3 lignes :

C: CD \FOXPRO2\APPLI FOX MENU
-------------------------------------

Le lancement du menu se fait simplement en tapant "**menu**" au clavier, suivi d'une validation par la touche "**entrée**".

## II. Description des programmes

### 1. Menu

Nom : **MENU.PRG**

**Description :**

Lors du lancement, une barre de menu horizontale apparaît en haut de l'écran, comportant les options :

- Saisie
- Calcul
- Edition
- Fin

Le choix se fait en validant (touche "**entrée**") l'option sur laquelle se situe le curseur, ou en cliquant sur l'option choisie à l'aide de la souris. Le passage sans validation d'une option à l'autre se fait avec les touches "**flèche gauche**" (←) ou "**flèche droite**" (→) du clavier.

#### *1.1. Option Saisie*

La sélection de cette option entraîne l'apparition d'un sous-menu pop-up intitulé "Choisissez les données à saisir", contenant les 3 options :

- 1.1.1. Saisie du nom des chamelles
- 1.1.2. Résultats d'analyses de laboratoire
- 1.1.3. Fin

Le choix des options 1.1.1. ou 1.1.2. lance les programmes correspondants. Le choix de 1.1.3. entraîne le retour à la barre du menu principal.

#### *1.2. Option Calcul*

La sélection de cette option entraîne l'apparition d'un sous-menu pop-up intitulé "Calcul d'indicateurs zootechniques", contenant les 6 options :

- 1.2.1. Calcul des pyramides des âges
- 1.2.2. Calcul de la précocité
- 1.2.3. Calcul des fréquences des mises-bas
- 1.2.4. Calcul des intervalles entre mises-bas
- 1.2.5. Calcul des poids à âge-type
- 1.2.6. Calcul des taux de mortalité et d'exploitation
- 1.2.7. Fin

Le choix des options 1.2.1. à 1.2.6. lance les programmes correspondants. Le choix de 1.2.7. entraîne le retour à la barre du menu principal.

#### *1.3. Option Edition*

La sélection de cette option entraîne l'apparition d'un sous-menu pop-up intitulé "Edition de listes", contenant les 3 options :

- 1.3.1. Listes d'animaux
- 1.3.2. Listes de mensurations
- 1.3.3. Fin



Le choix des options 1.3.1. ou 1.3.2. lance les programmes correspondants.  
Le choix de 1.3.3. entraîne le retour à la barre du menu principal.

#### 1.4. Option Fin

Le choix de cette option met fin au programme.

## 2. Saisie d'informations complémentaires à PIKBEU

### 2.1. Saisie du nom des chameaux

Nom : **NOM.PRG**

#### Description :

Le choix de cette option permet de saisir, corriger, supprimer des noms de chameaux. Ces différentes possibilités, ainsi que la fin de ce sous-programme, sont contrôlées par une barre de menu horizontale. Les noms des chameaux sont stockés dans le fichier **NOM.DBF** qui doit se trouver dans le répertoire **\PIKBEU\SUIVI**. Ce fichier a la structure suivante :

Variable	Type	Largeur	Décimales
num_elev	Numérique	3	0
num_troup	Numérique	2	0
num_ordre	Numérique	4	0
nom	Caractère	15	

Ce fichier est mis en relation avec le fichier **ANIMAUX.DBF** où sont stockées les caractéristiques des animaux en suivi. La relation est établie selon le critère :

$$10^{**}6 * \text{num\_elev} + 10000 * \text{num\_troup} + \text{num\_ordre}$$

#### Déroulement :

Lors de la saisie de nouveaux noms, le programme réalise les opérations suivantes :

① Demande de saisie au clavier du numéro d'élevage et contrôle de l'existence de ce numéro dans le fichier **ANIMAUX.DBF**.

② Demande de saisie au clavier du numéro de troupeau (toujours 1 au Niger dans les conditions actuelles du suivi) et contrôle de l'existence de ce numéro (pour l'élevage sélectionné) dans le fichier **ANIMAUX.DBF**.

③ Demande de saisie au clavier du numéro d'ordre de l'animal et contrôle de l'existence de ce numéro (pour l'élevage et le troupeau sélectionnés) dans le fichier **ANIMAUX.DBF**. Si un nom existe déjà pour l'animal indiqué,

le programme renvoie un message d'erreur et sort de l'option de saisie de nouveaux noms. Sinon, le programme demande la saisie du nom puis demande confirmation. En cas de réponse positive, une nouvelle ligne est ajoutée au fichier **NOM.DBF** et l'opérateur peut choisir de saisir d'autres noms ou d'arrêter.

Une démarche analogue est proposée pour la correction des noms existants et pour la suppression de noms déjà saisis.

## 2.2. Saisie et édition de résultats d'analyses de laboratoire

Nom : **LABO.PRG**

### Description :

Ce programme permet la saisie et l'édition de résultats d'analyses de laboratoire. Il a été conçu pour s'adapter à la présentation actuelle des résultats conservés dans un cahier de paillasse, et classés par sous-préfecture, village et type d'analyse. Dans le cahier, seul le numéro d'ordre de l'animal est consigné (variable **num\_ordre**). Cela peut prêter à confusion car plusieurs animaux portent le même numéro d'ordre si l'on ne tient pas compte du numéro d'éleveur ni du numéro de troupeau. Les risques de confusion sont minimisés par restrictions progressives du choix à la sous-préfecture puis au village concernés. Les erreurs de saisie sont limitées par le choix du type d'analyse, de l'agent pathogène recherché et de la méthode de diagnostic utilisée au sein de listes semi-fermées apparaissant au moment opportun dans des menus pop-up.

Les résultats sont stockés dans le fichier **LABO.DBF** qui doit se trouver dans le répertoire **\PIKBEU\SUIVI**. Ce fichier a la structure suivante :

Variable	Type	Largeur	Décimales
num_elev	Numérique	3	0
num_troup	Numérique	2	0
num_ordre	Numérique	4	0
type	Caractère	20	
agent	Caractère	30	
methode	Caractère	20	
date	Date	8	
quanti	Numérique	5	0
quali	Numérique	1	0

Trois fichiers sont ouverts par le programme : **ELEVEURS.DBF** (noms des sous-préfectures et des villages), **ANIMAUX.DBF** (numéros d'ordre des animaux) et **LABO.DBF**.



## Déroulement

Concernant le programme de saisie :

- ① Demande de choix d'une sous-préfecture au sein d'une liste présentée dans un menu pop-up constitué automatiquement par lecture du fichier **ELEVEURS.DBF**.
- ② Demande du choix d'un village appartenant à la sous-préfecture précédemment sélectionnée, au sein d'une liste présentée dans un menu pop-up constitué automatiquement par lecture du fichier **ELEVEURS.DBF**.
- ③ Demande du choix d'un type d'analyse (coproscopie, sérologie ou isolement : variable **type** de **LABO.DBF**) au sein d'une liste présentée dans un menu pop-up fixé à l'avance.
- ④ Demande du choix d'un agent pathogène (variable **agent** de **LABO.DBF**) au sein d'une liste semi-fermée présentée dans un menu pop-up constitué automatiquement par lecture du fichier **LABO.DBF**.
- ⑤ Demande du choix d'une méthode de diagnostic (variable **methode** de **LABO.DBF**) au sein d'une liste semi-fermée présentée dans un menu pop-up constitué automatiquement par lecture du fichier **LABO.DBF**.
- ⑥ Demande de saisie de la date de réalisation des prélèvements (variable **date** de **LABO.DBF**).
- ⑦ Jusqu'à ce que l'opérateur le souhaite, les mêmes choix sont repris pour la suite du programme.
- ⑧ Demande de saisie du numéro d'ordre de l'animal (variable **num\_ordre** de **LABO.DBF**). Le programme recherche tous les animaux portant ce numéro d'ordre et présents dans les troupeaux du village choisi à la date indiquée. Si aucun animal ne correspond, un message d'erreur est renvoyé. Si un seul animal correspond, les numéros d'élevage et de troupeau s'affichent (variables **num\_elev** et **num\_troup** de **LABO.DBF**). Si plusieurs élevages comportent le même numéro d'ordre d'animal, un menu pop-up apparaît et l'utilisateur doit choisir un numéro d'élevage dans la liste proposée.
- ⑨ Quand un animal est trouvé à l'issue de ce processus, l'opérateur peut saisir les résultats. Si le type d'analyse est "coproscopie", les résultats bruts, s'ils sont disponibles, peuvent être indiqués (nombre d'oeufs de parasite par gramme de fèces : variable **quanti** de **LABO.DBF**). Dans tous les cas, il faut indiquer le résultat interprété (négatif, douteux ou positif : variable **quali** de **LABO.DBF**), choisi parmi la liste affichée dans un menu pop-up.
- ⑩ Si l'opérateur confirme la saisie, une ligne supplémentaire est ajoutée au

fichier **LABO.DBF**, selon les valeurs renseignées par les choix sus-cités. Dans le cas contraire, l'opérateur peut recommencer la saisie ou arrêter le travail. A l'issue de la saisie d'une même série de résultats, il peut également choisir de saisir une autre série ou arrêter.

Pour l'édition des résultats, le programme fournit la liste des résultats pour tous les éleveurs, ou pour un éleveur particulier. Les résultats sont classés par élevage, agent pathogène et méthode de diagnostic.



### 3. Calcul d'indicateurs zootechniques

#### 3.1. Calcul de pyramide des âges

Nom : PYRAM.PRG

Description :

Le programme lit le fichier **ANIMAUX.DBF**. L'utilisateur choisit l'ensemble des élevages, ou indique une liste d'élevages (éventuellement un seul). Pour une espèce animale et une date fixées, le programme détermine les effectifs des mâles et des femelles, par classes d'âge annuelles.

Les résultats sont écrits dans un fichier au nom variable selon la date de référence (**PYR0195.DBF** pour une date de référence en janvier 1995, ou **PYR1193** pour une date en novembre 1993). Ce fichier est placé dans le répertoire ...\\DONNEES. Il a la structure suivante :

Variable	Type	Largeur	Décimales
classe	Caractère	10	
male	Numérique	5	0
femelle	Numérique	5	0

Il peut être récupéré par un logiciel de graphisme (EXCEL, FREELANCE...). Pour faciliter la présentation des histogrammes, les classes d'âge sont placées par ordre décroissant et les effectifs des mâles sont arbitrairement multipliés par -1.

Déroulement :

① Les espèces présentes dans le fichier **ANIMAUX.DBF** sont identifiées et affichées dans un menu pop-up. L'utilisateur choisit l'espèce à étudier.

② Il indique s'il utilise l'ensemble de la base (pour l'espèce considérée) ou une sélection d'élevages. Dans ce dernier cas, il saisit la liste des élevages. Le programme contrôle l'existence des élevages dans la base et évite la saisie de doublons.

③ L'utilisateur indique la date de référence pour le calcul de la pyramide.

④ La différence d'âges entre le plus jeune et le plus vieil animal pour l'espèce, la date et la sélection d'élevages considérées détermine le nombre de classes d'âges annuelles.

⑤ Pour chaque classe d'âge, les effectifs des mâles et des femelles sont calculés. Le nom de la classe (variable **classe**) et les effectifs (variables **male** et **femelle**) sont ensuite écrits dans le fichier de résultats.

### 3.2. Calcul de la précocité

Nom : **PRECO.PRG**

Description :

Le calcul de la précocité est nécessaire pour déterminer la fertilité (qui dépend de l'âge à l'entrée en reproduction). PIKBEU fait automatiquement les calculs, mais uniquement sur les mises-bas de l'année de référence. Pour les chamelles, cela conduit à des effectifs faibles et une précocité instable. Ce programme calcule la précocité sur l'ensemble des mises-bas enregistrées. Il doit être effectué **avant** le calcul de la fertilité par PIKBEU, si l'on souhaite contrôler l'âge à l'entrée en reproduction. Il lit le fichier PIKBEU des mises-bas (**MISESBAS.DBF**) en relation avec le fichier des animaux (**ANIMAUX.DBF**). Pour une espèce donnée, il cherche les mises-bas de rang 1 et calcule l'âge à la mise-bas. Il détermine si les animaux sont nés dans le suivi, et propose de calculer les paramètres de dispersion (moyenne, écart-type, médiane et mode) uniquement sur ces animaux ou sur la totalité des cas. Les résultats individuels sont écrits dans le fichier **PRECO.DBF**, et les déciles de distribution de l'âge à la première mise-bas dans le fichier **DECPRECO.DBF**, tous deux dans le répertoire ...\\DONNEES.

Déroulement :

- ① Le programme ouvre **MISESBAS.DBF** et crée des index sur les numéros d'élevage, de troupeau et de produits (**num\_prd1** à **num\_prd3**) et sur la clé habituelle.
- ② Les espèces présentes dans **ANIMAUX.DBF** sont déterminées et l'utilisateur choisit l'une d'entre elles dans un menu pop-up. Les données sont filtrées sur ce critère et mises en relation.
- ③ Les mises-bas de rang 1 sont cherchées et les index sur **num\_prd1** à **num\_prd3** permettent de déterminer si la mère est née dans le suivi. Ce renseignement est porté dans la variable **suivi** de **PRECO.DBF** (1 = né dans le suivi, 0 sinon).
- ④ Si des mises-bas proviennent d'animaux dans le suivi, l'utilisateur doit spécifier s'il souhaite faire les calculs uniquement sur ces animaux, ou sur la totalité des mises-bas de rang 1.
- ⑤ Le programme filtre éventuellement **PRECO.DBF** sur ce critère et calcule la moyenne, l'écart-type, la médiane et le mode correspondants pour l'âge à la première mise-bas. Les déciles de distribution sont écrits dans **DECPRECO.DBF** qui peut être utilisé pour éditer des graphes.
- ⑥ Les paramètres de distribution sont édités à l'écran, ou imprimés et édités à l'écran (choix demandé à l'utilisateur).



### 3.3. Calcul des fréquences mensuelles des mises-bas

Nom : **FREQMB.PRG**

**Description :**

Le programme lit le fichier PIKBEU des mises-bas (**MISESBAS.DBF**) ou une extraction réalisée à partir de ce fichier. Pour une espèce donnée, il dénombre mois par mois les mises-bas enregistrées. **Toutes les mises-bas sont prises en compte : normale, avortement et mort-né.** A partir d'une date de référence, il calcule les fréquences relatives mensuelles (pourcentages) par périodes de 12 mois pleins. Les résultats sont écrits dans le fichier **FREQMB.DBF** du répertoire ...\\DONNEES. Ce fichier a la structure suivante :

Variable	Type	Largeur	Décimales
espece_an	Caractère	2	
annee	Numérique	4	0
mois	Numérique	2	0
freq_abs	Numérique	5	1
freq_rel	Numérique	5	1
periode	Numérique	2	0

La variable **freq\_abs** contient les fréquences absolues (nombres de mises-bas pour un mois et une année donnés). La variable **periode** contient le numéro d'ordre des périodes de 12 mois à compter de la date de référence. La variable **freq\_rel** contient la fréquence relative sous forme de pourcentage. A titre d'exemple, les données du Projet Camélin disponibles en avril 1995 avaient fourni les valeurs suivantes :

ESPECE_ANI	ANNEE	MOIS	FREQ_ABS	FREQ_REL	PERIODE
CA	1992	3	5		
CA	1992	4	3		
CA	1992	5	4		
CA	1992	6	12		
CA	1992	7	9		
CA	1992	8	18		
CA	1992	9	16		
CA	1992	10	13		
CA	1992	11	18		
CA	1992	12	21		
CA	1993	1	8	8.6	1
CA	1993	2	7	7.5	1
CA	1993	3	9	9.7	1
CA	1993	4	1	1.1	1
CA	1993	5	1	1.1	1
CA	1993	6	4	4.3	1
CA	1993	7	3	3.2	1
CA	1993	8	8	8.6	1
CA	1993	9	16	17.2	1
CA	1993	10	9	9.7	1
CA	1993	11	8	8.6	1
CA	1993	12	19	20.4	1
CA	1994	1	18	8.9	2
CA	1994	2	7	3.4	2
CA	1994	3	15	7.4	2
CA	1994	4	9	4.4	2
CA	1994	5	2	1	2
CA	1994	6	4	2	2
CA	1994	7	0	0	2
CA	1994	8	5	2.5	2
CA	1994	9	47	23.2	2
CA	1994	10	54	26.6	2
CA	1994	11	23	11.3	2
CA	1994	12	19	9.4	2
CA	1995	1	43		
CA	1995	2	22		
CA	1995	3	20		
CA	1995	4	7		

Le tableau se lit ainsi : pour les chamelles (**espece\_an** = "CA"), en septembre 1994 (**annee** = 1994 et **mois** = 9), 47 mises-bas ont été enregistrées (**freq\_abs** = 47). La date de référence ayant été fixée au 01/01/93, 2 périodes complètes de 12 mois ont été étudiées pour les fréquences relatives (**periode** = 1 et **periode** = 2). Les 47 mises-bas de septembre 1994 représentent 23.2% du total des mises-bas enregistrées du 01/01/94 au 31/12/94 (**freq\_abs** = 23.2).

#### Déroulement :

① Le programme demande la saisie du nom du fichier contenant les mises-bas. La valeur par défaut est **MISESBAS** (fichier PIKBEU contenant les mise-bas). Si ce choix n'est pas celui désiré, l'utilisateur saisit le nom du fichier à étudier. Le programme teste alors l'existence du fichier et la présence des variables **num\_elev**, **num\_troup**, **num\_ordre** et **date\_mb**, indispensables aux calculs.

② Le programme ouvre le fichier **ANIMAUX.DBF** et détermine les espèces présentes (différentes valeurs prises par la variable **espece\_an**). L'utilisateur choisit l'espèce à étudier au sein d'une liste présentée dans un menu pop-up. Un fichier temporaire est alors créé, correspondant au fichier



des mises-bas restreint à l'espèce indiquée. Tous les calculs ultérieurs se font à partir de ce fichier.

③ Le programme détermine la plus ancienne mise-bas ainsi que la plus récente, calcule les fréquences mensuelles absolues bornées par ces 2 dates et place les résultats dans le fichier **FREQMB.DBF** du répertoire ...\\DONNEES.

④ Le programme demande la saisie d'une date de référence et calcule la fréquence mensuelle relative, qui est le pourcentage des mises-bas observées un mois donné, par rapport au nombre total de mises-bas relevées sur une période de 12 mois à compter de la date de référence. Le programme calcule les fréquences relatives pour autant de périodes qu'il y a d'intervalles de 12 mois pleins entre la date de référence et la dernière date de mise-bas enregistrée.

### 3.4. Calcul des intervalles entre mises-bas

Nom : **IMB.PRG**

#### Description :

Le programme calcule les intervalles entre mises-bas normales (c'est-à-dire ayant donné lieu à un produit vivant) successives pour un même animal. Les calculs sont effectués sur le fichier **MISESBAS.DBF**. Deux fichiers de sortie sont écrits dans le répertoire ...\\DONNEES.

☞ Le fichier **IMB.DBF** contient les valeurs individuelles des intervalles entre mises-bas. Ce fichier a la structure suivante :

Variable	Type	Largeur	Décimales
num_elev	Numérique	3	0
num_troup	Numérique	2	0
num_ordre	Numérique	4	0
rang	Numérique	2	0
mois	Numérique	2	0
annee	Numérique	4	0
imb	Numérique	4	0

Outre les variables identificatrices de chaque animal (**num\_elev**, **num\_troup**, **num\_ordre**), la variable **rang** contient le rang de la mise-bas inférieure de l'intervalle mise-bas, les variables **mois** et **annee** contiennent le mois et l'année de cette mise-bas, et la variable **imb** contient la valeur en jours de l'intervalle mise-bas.

Les 12 premières lignes du fichier **IMB.DBF** calculé sur les données d'avril 1995 étaient les suivantes :

NUM_ELEV	NUM_TROUP	NUM_ORDRE	RANG	MOIS	ANNEE	IMB
1	1	3	2	8	1992	762
1	1	5	2	8	1992	862
1	1	6	4	8	1992	741
1	1	7	2	12	1992	775
1	1	15	6	8	1993	571
1	1	16	3	9	1992	733
1	1	19	1	7	1992	971
1	1	32	5	2	1993	732
1	1	35	1	9	1992	909
2	1	67	4	9	1993	522
6	1	116	3	11	1992	794
6	1	125	5	7	1993	512

☞ Le fichier **H\_IMB.DBF** (H pour histogramme) contient les déciles d'amplitude égale de la distribution de l'intervalle entre mises-bas. La variable **classe** (type caractère) contient les bornes en jours de chaque décile. La variable **effectif** (type numérique) contient l'effectif des intervalles

entre mises-bas correspondant. A titre d'exemple, avec les données d'avril 1995, le fichier **H\_IMB.DBF** était le suivant :

CLASSE	EFFECTIF
[438 ; 496[	1
[496 ; 555[	3
[555 ; 613[	4
[613 ; 672[	3
[672 ; 731[	14
[731 ; 789[	21
[789 ; 848[	11
[848 ; 906[	6
[906 ; 965[	3
[965 ; 1024]	6

Le tableau se lit ainsi : le 6ème décile : [731 ; 789[ avait un effectif de 21 intervalles entre mises-bas.

#### Déroulement :

- ① Le programme ouvre le fichier **ANIMAUX.DBF** et détermine les espèces présentes. Un menu pop-up permet ensuite de choisir l'espèce étudiée.
- ② Un fichier temporaire est créé à partir du fichier **MISESBAS.DBF**, contenant les mises-bas se rapportant à l'espèce considérée.
- ③ Le programme recherche les animaux ayant changé de numéro d'identification, et remplace le cas échéant tous les numéros actuels par les numéros d'origine.
- ④ Les intervalles entre mises-bas normales successives sont calculés et écrits dans le fichier **IMB.DBF** du répertoire ...\**DONNEES**.
- ⑤ Le programme repère l'intervalle le plus court et l'intervalle le plus long. Il en tire les bornes des déciles de distribution. Pour chaque décile, il détermine les effectifs des intervalles entre mises-bas et écrit les résultats dans **H\_IMB.DBF** du répertoire ...\**DONNEES**.



### 3.5. Calcul des poids à âge-type mensuels de la naissance à 12 mois

Nom : PAT.PRG

Description :

Le programme lit le fichier PIKBEU des mensurations **MENSU.DBF**. Pour une espèce indiquée, il écrit dans le fichier **PAT.DBF** du répertoire ...\\DONNEES le poids à la naissance et les poids à âge-type mensuels. Le poids à la naissance est le poids à la première pesée seulement si celle-ci est effectuée moins de 7 jours après la naissance. Les poids à âge-type sont ceux mesurés directement, seulement si la pesée a lieu moins de 4 jours avant ou après l'âge-type considéré (30 j, 60 j, ..., 360 jours). Sinon, ils sont estimés par intrapolation linéaire, seulement si 2 dates de pesées consécutives encadrent l'âge-type considéré avec un intervalle de moins de 40 jours. On utilise alors la formule suivante :

$$PAT_i = P_{i-1} + (D_i - D_{i-1}) \times \frac{P_{i+1} - P_{i-1}}{D_{i+1} - D_{i-1}}$$

avec :

$PAT_i$  = poids à l'âge-type  $i$  ( $i \in \{30 \text{ j}, 60 \text{ j}, 90 \text{ j}, \dots, 360 \text{ j}\}$ )  
 $P_{i-1}$  = poids mesuré avant l'âge  $i$   
 $D_{i-1}$  = date de la mesure de  $P_{i-1}$   
 $P_{i+1}$  = poids mesuré après l'âge  $i$   
 $D_{i+1}$  = date de la mesure de  $P_{i+1}$   
 $D_i$  = date à laquelle l'âge  $i$  est atteint

Le fichier **PAT.DBF** a la structure suivante :

Variable	Type	Largeur	Décimales
num_elev	Numérique	3	0
num_troup	Numérique	2	0
num_ordre	Numérique	4	0
espece_an	Caractère	2	
sexe_an	Numérique	1	0
race1_an	Caractère	9	
race2_an	Caractère	9	
mois	Numérique	2	0
annee	Numérique	4	0
pat0	Numérique	5	1
pat30	Numérique	5	1
pat60	Numérique	5	1
pat90	Numérique	5	1
pat120	Numérique	5	1
pat150	Numérique	5	1
pat180	Numérique	5	1
pat210	Numérique	5	1
pat240	Numérique	5	1
pat270	Numérique	5	1
pat300	Numérique	5	1
pat330	Numérique	5	1
pat360	Numérique	5	1

La variable **espece\_an** contient le nom de l'espèce de l'animal. La variable **sexe\_an** décrit son sexe. Les variables **race1\_an** et **race2\_an** décrivent la race de l'animal et son éventuel métissage. Les variables **mois** et **annees** contiennent les valeurs du mois et de l'année de naissance.

A titre d'exemple, les 10 premières lignes du fichier PAT.DBF calculé sur les données d'avril 1995 étaient les suivantes :

NUM_ ELEV	NUM_ TROUP	NUM_ ORDRE	ESPECE_ ANI	SEXE_ ANI	RACE1_ ANI	RACE2_ ANI	MOIS	ANNEE	PAT 0	PAT 30	PAT 60	PAT 90	PAT 120	PAT 150	PAT 180	PAT 210	PAT 240	PAT 270	PAT 300	PAT 330	PAT 360
1	1	635	CA	2			9	1994				80.5	87.8	94.4	100.9						
1	1	821	CA	2			1	1995		59.1	64.6										
1	1	1005	CA	1	AZARGAF	ROUX	9	1993					130	127	120			135.2	145		
1	1	1021	CA	1	AZAWAK	AZARGAF	8	1992			58							114.8	114.4	114.9	122.1
1	1	1022	CA	1	AZAWAK	AZARGAF	8	1992										128.4			
1	1	1023	CA	2	AZAWAK	AZARGAF	8	1992										128.7			
1	1	1024	CA	2	AZARGAF	ROUX	9	1992			70							126.3	128.6	130.4	
1	1	1025	CA	2	AZAWAK	AZARGAF	9	1992									105	112	114.4	116.1	119.5
1	1	1026	CA	2	AZAWAK	AZARGAF	8	1992										93.9	95	94.7	98.4
1	1	1064	CA	1	AZAWAK	AZARGAF	12	1992						68.3	70.4	70.1	72.9	76.3			



### Déroulement :

- ① Le programme lit le fichier PIKBEU **ANIMAUX.DBF** et détermine les espèces présentes. L'utilisateur en choisit une au sein d'un menu pop-up où la liste est affichée.
- ② Le fichier des poids bruts est créé à partir des fichiers PIKBEU **MENSU.DBF** (mensurations) et **ANIMAUX.DBF**. Ce fichier contient les poids jusqu'à 405 jours des animaux de l'espèce choisie.
- ③ Les animaux ayant changé de numéro sont repérés et les numéros d'origine sont remis le cas échéant.
- ④ Les poids à âge-type sont calculés selon la procédure décrite ci-dessus et écrits dans le fichier **PAT.DBF** du répertoire ...\\DONNEES.

### 3.6. Calcul des taux de mortalité et d'exploitation

Nom : SORTIE.PRG

Description :

Le programme travaille sur une espèce du fichier PIKBEU **ANIMAUX.DBF**. L'utilisateur spécifie le nombre et l'amplitude des classes d'âge, ainsi que le nombre et l'amplitude des périodes d'étude.

La procédure retenue est le calcul de **taux vrais** (*true rates* : voir [7]), également appelés **taux de densité d'incidence** (*incidence density rates*). Ces taux permettent de décrire la **vitesse moyenne** à laquelle les événements étudiés se produisent **par unité d'animal-temps à risque**. L'unité retenue ici est l'**animal-jour**.

La raison du choix du taux vrai est la possibilité de prendre en compte les entrées d'animaux en cours de période d'étude (naissances, achats, confiage...). D'autre part, le suivi individuel donne des informations précises sur les entrées et sorties d'animaux au sein des troupeaux, ce qui permet de calculer un dénominateur exact.

#### ✎ Calcul du dénominateur : nombre d'animal-jours à risque

Le nombre de jours passés par chaque animal dans une classe d'âge et une période données est la différence entre la plus petite des dates de fin de classe d'âge et de période, et la plus grande des dates de début de classe d'âge et de période. Si un animal sort (mortalité, exploitation, autre) pendant la période et la classe d'âge, le nombre de jours retenus est la différence entre la date de sortie, et la plus grande des dates de début de période et de classe d'âge. Si un animal entre (naissance, achat, confiage...) pendant la période et la classe d'âge, le nombre de jours retenus est la différence entre la plus petite des dates de fin de période et de classe d'âge, et la date d'entrée.

#### ✎ Définition des cas

Un cas de mortalité est un animal déclaré (i) mort ou (ii) abattu pour cause de maladie, pendant la période et la classe d'âge étudiées.

Un cas d'exploitation est un animal déclaré (i) abattu pour une autre raison que la maladie, ou (ii) vendu, ou (iii) confié, ou (iv) donné en héritage, ou (v) troqué, ou (vi) servant de dot, ou (vii) donné, pendant la période et la classe d'âge étudiées.

### ➤ Calcul des taux

Le **taux vrai quotidien de mortalité ou d'exploitation** exprimé en pourcentage est :

$$\tau_q = 100 \times \frac{\text{Nombre de cas}}{\sum_{\text{population}} \text{Nombre de jours à risque individuels}}$$

Si la période **P** étudiée dure **p** jours, le taux vrai sur la période exprimé en pourcentage est :

$$\tau_P = p \times \tau_q$$

Dans ces conditions, le taux vrai peut prendre n'importe quelle valeur entre 0 à  $+\infty$  (en particulier supérieure à 100%). Ce n'est pas une probabilité, mais une vitesse : **il n'a pas d'interprétation à l'échelle de l'individu** : il ne s'interprète qu'en tant que taux de troupeau, ou de population d'agrégation supérieure.

Le programme fournit 7 fichiers de sortie dans le répertoire ...**DONNEES**:

Mortalité	Exploitation	Description
MORT.DBF	EXPLOIT.DBF	Tableau avec : ✎ en lignes les e élevages pour les p périodes (e.p lignes) ✎ en colonnes, le numéro de la période, le numéro de l'élevage, et pour chacune des c classes, le nombre d'animaux, le nombre de jours à risque, le nombre de cas, le taux quotidien et le taux sur la période (2 + 5.c colonnes)
M_PERELE.DBF	E_PERELE.DBF	Résumé par période et par élevage, toutes classes confondues (e.p lignes et 7 colonnes)
M_PERCLA.DBF	E_PERCLA.DBF	Résumé par période et par classe, tous élevages confondus (p lignes et 1 + 5.c colonnes)
M_ELECLA.DBF	E_ELECLA.DBF	Résumé par élevage et par classe, toutes périodes confondues (e lignes et 1 + 5.c colonnes)
M_ELEV.DBF	E_ELEV.DBF	Résumé par élevage, toutes périodes et toutes classes confondues (e lignes, 6 colonnes)
M_CLASSE.DBF	E_CLASSE.DBF	Résumé par classe, tous élevages et toutes périodes confondus (1 ligne, 5.c colonnes)
M_PERIOD.DBF	E_PERIOD.DBF	Résumé par période, tous élevages et toutes classes confondues (p lignes, 6 colonnes)

### Déroulement :

- ① Le programme demande le nom du fichier de travail (par défaut, **ANIMAUX.DBF**) et vérifie l'existence du fichier et des variables nécessaires aux calculs.



- ② Si la variable **espece\_ani** existe dans le fichier, le programme détermine les différentes espèces présentes et demande le choix de l'une d'entre elles (menu pop-up).
- ③ Les autres paramètres de l'étude sont alors demandés :
- ☐ type d'étude (mortalité ou exploitation)
  - ☐ choix d'une date de référence (début de l'étude)
  - ☐ Nombre et amplitude des périodes étudiées
  - ☐ Nombre et amplitude des classes d'âge étudiées
- ④ Le programme calcule le tableau général (**MORT.DBF** ou **EXPLOIT.DBF**) puis les 6 tableaux résumés. Ces 7 tableaux sont placés dans le répertoire ...\\DONNEES.
- ⑤ L'utilisateur peut sauvegarder sur disquette les fichiers ainsi constitués et imprimer une trace écrite de l'étude. Cette dernière possibilité est recommandée, car c'est la seule manière d'obtenir sans calcul supplémentaire le taux de mortalité ou d'exploitation général (tous troupeaux, toutes classes d'âge et toutes périodes confondus).

#### 4. Edition de listes

Les listes sont éditées par éleveur. L'impression est prévue pour une imprimante matricielle avec du papier listing de 11 pouces.

##### 4.1. Edition des fiches de composition de troupeaux

**Nom :** **COMPTROU.PRG** (avec le fichier d'état **COMPTROU.FRT**)

**Description :**

Ces listes incluent le nom des animaux, ce qui facilite le recensement lors des visites de terrain. Deux fichiers sont ouverts et mis en relation : **ANIMAUX.DBF** et **NOM.DBF**.

##### 4.2. Edition des fiches d'état d'animaux à peser

**Nom :** **COMPOIDS.PRG** (avec le fichier d'état **COMPOIDS.FRT**)

**Description :**

Ces listes incluent le nom des mères des animaux et limitent l'édition aux animaux âgés de moins de 500 jours. Trois fichiers sont ouverts et mis en relation : **ANIMAUX.DBF**, **NOM.DBF** et **MENSU.DBF**. Pour chaque animal sont rappelées toutes les mensurations précédentes.

## BIBLIOGRAPHIE

La plupart des références sont disponibles au Projet Camélin ou ont pu être consultées par le Chef de Projet lors de ma mission à Zinder. En cas de besoin, me les demander ou les commander au Service de Documentation du CIRAD-EMVT.

1. Planchenault D., Sahut C., 1989. PIKBEU : manuel d'utilisation. Maisons-Alfort, IEMVT, 85 p.
2. Faye B., Paris P., 1995. Rapport d'évaluation du Projet Camélin de Zinder, phase II. Paris, BDPA / IRAM, 34 p. + annexes.
3. Faye B., Lefèvre P.C., Lancelot R., Quirin R., 1994. Ecopathologie animale. Méthodologie. Applications en milieu tropical. Paris, INRA / CIRAD-EMVT, 119 pages.
4. Lescourret F., Pérochon L., Coulon J.B., Faye B., Landais E., 1992. Modelling an information system using the MERISE method for agricultural research: the example of a database for a study on performances in dairy cows. Agric. Syst., 38 : 140-173.
5. Dean A.G., Dean J.A., Coulombier D., Brendel K.A., Smith D.C., Burton A.H., Dicker R.C., Sullivan K., Fagan R.F., Arner T.G., 1994. Epi Info, version 6 : a word processing, database, and statistics program for epidemiology on microcomputers. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, U.S.A.
6. Ministère de la Coopération et du Développement, 1991. Mémento de l'agronome. Paris, Ministère de la Coopération et du Développement, 1635 p.
7. Martin S.W., Meek A.H., Willeberg P., 1987. Veterinary epidemiology. Principles and methods. Ames, Iowa State University Press, 343 p.
8. Lefèvre P.C. (éd. scient.) Méthodologies d'enquêtes épidémiologiques en Afrique. Propositions pour la conception et le déroulement des enquêtes. Document n°1. Groupe de travail CORAF sur la santé animale. N'Djaména, Tchad, 21-23 mars 1990. Maisons-Alfort, CORAF / CIRAD-EMVT, 25 p.
9. Tomassone R., Audrain S., Lesquoy de Turckheim E., Millier C., 1992. La régression, nouveaux regards sur une ancienne méthode statistique. Paris, INRA / Masson, 2ème édition, 188 p.
10. Hosmer D.W., Lemeshow S., 1989. Applied logistic regression. New-York, Wiley & sons, 307 p.
11. Pavé A., 1994. Modélisation en biologie et en écologie. Lyon, Aléas, 559 p.